

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
KATEDRA KYBERNETIKY
A BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

KNX komunikace pomocí PC
KNX Communication via PC

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Serafín**
Studijní program: **B2649 Elektrotechnika**
Studijní obor: **2612R041 Řídicí a informační systémy**
Téma: **KNX komunikace pomocí PC**
KNX Communication via PC
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

Cílem řešení bakalářské práce je využití komunikační sběrnice KNX pro ovládání stavu periférií systému KNX pomocí PC.

Body zadání:

1. Studium vlastností systému KNX.
2. Studium způsobu adresace periferních zařízení systému KNX, čtení aktuálního stavu a ovládání.
3. Tvorba SW aplikace pro vstup do systému KNX pomocí PC.
4. Tvorba SW aplikace pro ovládání vytypovaných periférií systému KNX.
5. Ověření spolehlivosti komunikace v systému KNX.
6. Zhodnocení výsledků.

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. *Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON, BACnet*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 261 s. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [2] VAŇUŠ, Jan. *Řízení provozu budov, učební text*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2013.
- [3] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. 1. vyd., Brno: ERA, 2006, 123 s., ISBN 80-7366-062-8.
- [4] WITTASSEK, Tomáš. *Virtuální instrumentace I. Sylaby do předmětu Virtuální instrumentace I*. Ostrava 2012. 264 s.
- [5] VLACH, Jaroslav, Josef HAVLÍČEK a Martin VLACH. *Začínáme s LabVIEW*. Praha: BEN - technická literatura, 2008. 248 s. ISBN 978-80-7300-245-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

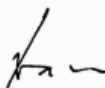
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ludvík Koval, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019



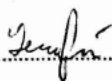
doc. Ing. Jiří Koziorek, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární
prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 1. dubna 2019


.....

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce **doc. Ing. Ludvíku Kovalovi, Ph.D.** za odbornou pomoc a konzultace při vytváření této práce

Abstrakt

Cílem práce je navržení a vytvoření aplikace pro ovládání systému KNX pomocí aplikace LabVIEW. Práce obsahuje rozbor síťových protokolů, systému KNX, jeho struktury a následné adresace. Praktická část popisuje jednotlivé kroky navržení výsledné aplikace pro obousměrnou komunikaci.

Klíčová slova

KNX, LabView

Abstract

The aim of my work is to propose and create application for control the system of KNX via the application LabView. This thesis contains analysis of network protocols and system KNX, his structure and follow-up addressing. Practical part describes individual steps of proposing resulting condition of this application for bidirectional communication.

Keywords

KNX, Labview

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	9
Seznam obrázků	10
Úvod	11
1 Síťové protokoly	12
1.1 Protokol UDP	12
1.2 Transmission Control Protocol/Internet Protocol	13
2 Architektura ISO/OSI modelu	14
2.1 Vrstva aplikační	14
2.2 Prezentační vrstva	14
2.3 Relační vrstva	15
2.4 Transportní vrstva	15
2.5 Síťová vrstva	15
2.6 Datová vrstva	16
2.7 Fyzická vrstva	16
3 KNX/EIB	17
3.1 Seznámení	17
3.2 Instalace	17
3.2.1 Twisted Pair	17
3.2.2 Rádiové vedení	18
3.2.3 Ethernet	18
3.2.4 Powerline	18
3.3 Prvky	19
3.4 Komunikace	20
3.5 Topologie	20
3.6 Napájení systému	21
3.7 Adresace	23
3.8 Jednotlivé struktury KNX	24
4 LabVIEW	27
4.1 Popis programu	27
5 Nastavení funkcí systému KNX v programu ETS	28
5.1 Použité přístroje v KNX systému	32

5.1.1	Napájecí zdroj MTN 684016	32
5.1.2	Router MTN680329	33
5.1.3	Push button, 2 - gang plus MTN617225	33
5.1.4	Switcher MTN647595	34
5.1.5	Coupler MTN680204.....	34
5.1.6	Žaluziový akční člen MTN649908	35
5.2	Poslední nastavení v ETS	36
6	Vytvoření programu v Labview pro komunikaci se systémem KNX	37
6.1	Přední panel.....	38
6.2	Zpracování telegramu.....	39
6.2.1	Rozklad paketu	39
6.2.2	Načítání paketů.....	39
6.2.3	Filtrování paketů.....	40
6.2.4	Upravení a nahrávání skupinových adres z programu ETS.....	41
6.2.5	Upravování paketů pro požadovanou funkci	42
6.2.6	Zjištění individuální a skupinové adresy účastníků.....	43
6.3	Vytváření aplikace.....	44
6.4	Výsledná hierarchie.....	45
7	Závěr	46
	Použitá literatura	47
	Seznam Příloh	48

Seznam použitých symbolů a zkratk

KNX	Celosvětový standard pro řízení provozně technických funkcí v budovách
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
IP	Internetový protokol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
CAN	Controller Area Network
ISO/OSI	Referenční model popisující komunikaci počítačových sítí pomocí vrstev
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, Elektricky mazaná paměť
EIB	Evropská instalační sběrnice - European Installation Bus
EIBA	European Installation Bus Association
BCI	Batibus Club International
TP	Twisted Pair (Kroucený pár)
PVC	Polyvinylchlorid
RF	Rádiový přenos
PL	Silové vedení (Silové vedení)
CRC	Cyklický redundantní součet
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
ETS	KNX software k programování, diagnostiku a návrh KNX systému.
SELV	Safety Extra-Low Voltage
LAN	Lokální počítačová síť
VI	Virtual Instrument
cEMI	Formát zprávy
Multicast	Jeden zdroj více koncových stanic

Seznam obrázků

Obr. 3.1 - Instalace systému [2]	18
Obr. 3.2 - Senzory a aktory [2].....	19
Obr. 3.3 - Oddělovač linií [2].....	21
Obr. 3.4 - Kabel pro KNX [7]	22
Obr. 3.5 - Sběrníková svorka [5].....	22
Obr. 3.6 - Realizace [2]	24
Obr. 3.7 - Skupinové adresy [3]	24
Obr. 3.8 - KNXnet/IP [3]	25
Obr. 3.9 - Smíšená topologie [3].....	26
Obr. 5.1 Struktura budovy v ETS.....	28
Obr. 5.2 Topologie systému	29
Obr. 5.3 Skupinové adresy	29
Obr. 5.4 Přiřazené skupinové adresy.....	30
Obr. 5.5 Diagnostika	30
Obr. 5.6 Odchycený telegram	30
Obr. 5.7 Přepínač.....	31
Obr. 5.8 Stmívač	31
Obr. 5.9 Žaluzie.....	31
Obr. 5.10 Zdroj [10].....	32
Obr. 5.11 Router [10].....	33
Obr. 5.12 Tlačítko [10].....	33
Obr. 5.13 Přepínač [10].....	34
Obr. 5.14 Coupler [10].....	34
Obr. 5.15 Žaluziový akční člen [10]	35
Obr. 5.16 UDP adresa	36
Obr. 5.17 Nastavení coupleru.....	36
Obr. 6.1 UDP datagram.....	37
Obr. 6.2 Rozložení datagramu.....	37
Obr. 6.3 Kontrolní panel KNX.....	38
Obr. 6.4 SubVI rozklad adres.....	39
Obr. 6.5 SubVI uložení a načítání paketů	40
Obr. 6.6 SubVI rozdělování paketů.....	40
Obr. 6.7 SubVI přidělování adres pro stmívač.....	41
Obr. 6.8 SubVI modifikace skupinových adres	41
Obr. 6.9 SubVI nahrávání skupinových adres z ETS.....	42
Obr. 6.10 SubVI Upravování paketů.....	42
Obr. 6.11 subVI adresování.....	43
Obr. 6.12 Projekt ve VI	44
Obr. 6.13 Aplikace	44
Obr. 6.14 Hierarchie program	45

Úvod

Naše doba dospěla do takového bodu, že se snažíme ulehčit si práci co nejvíc to jen jde. Proto se například začaly stavět tzv. inteligentní domy, které jsou efektivnější jak ekonomicky, tak energeticky. Takový dům dokáže snížit náklady a zaručit vyšší možnosti zabezpečení. Středobodem takovéto realizace je centrální systém, který pomocí jednotlivých prvků udržuje dům v automatizovaném provozu. Pro příklad můžeme na dálku ovládat světla v domě, vytápění, garážová vrata, klimatizaci a máme lepší přehlednost o spotřebě energie. Všechny uvedené požadavky můžeme řešit právě systémem KNX.

V první části práce budou popsány komunikační protokoly, které se používají ke komunikaci v KNX systému. Další kapitola popisuje, jak systém KNX adresuje, instaluje, z jakých prvků se skládá a budou uvedeny příklady jednotlivých struktur a také to, jak funguje komunikace. V poslední části je popsán program LabVIEW.

Začátek praktické části je zaměřen na programování v programu ETS, ve kterém je udělána celá struktura projektu. Akčním členům jsou přiřazeny funkce jako spínání světel, stmívačů nebo žaluzií, celé zapojení je pak roztrženo do struktury budovy. Zbytek praktické části je zaměřen na výslednou SW aplikaci v programu Labview, která má sloužit jako komunikační panel pro zpětné ovládání. Celá kapitola pak popisuje práci jednotlivých SubVI, které mají za úkol zpracovávat odchycené telegramy.

V konečné fázi práce je pak umístěno konečné vytváření aplikace. V závěru je popsáno konečné zhodnocení a představení výsledné aplikace. Nejprve je popsána výsledná funkčnost a spolehlivost systému programu Labview.

1 Síťové protokoly

Souhrn pravidel, která jsou určena pro komunikaci mezi dvěma nebo více počítači, je definován jako síťový protokol. Zahrnuje všechny procesy, požadavky, omezení a definuje způsob výměny dat mezi počítači, servery a dalšími zařízeními, které jsou součástí počítačové sítě. Musí být potvrzovány a instalovaný jak odesílatelem, tak přijímačem, aby byla zajištěna komunikace na uzlech software a hardware pomocí síťového/datového přenosu. [1] [12]

Mezi běžně síťové protokoly patří Transmission Control Protocol (TCP), Datagram Protocol (UDP), Internet Protocol (IP), File Transfer Protocol (HTTP). Jednotlivá zařízení, která jsou zapojena do sítě, by měla umět komunikovat s běžným síťovým protokolem. Pokud chtějí dva účastníci mezi sebou komunikovat, musí být standardní komunikační protokol spuštěn na obou zařízeních. [1] [11] [12]

1.1 Protokol UDP

V transportní vrstvě se nachází UDP protokol, který slouží pro komunikaci mezi dvěma aplikacemi. Pomocí UDP portu identifikuje aplikace. Port je popsán číslem, které je jedinečné pro každou aplikaci. Proto nemůžou např. dvě aplikace na stejném počítači používat stejný UDP port. Na rozdíl od TCP není UDP spojovací služba. Z toho plyne, že není zaručování potvrzování UDP packetů (nad odeslanými daty se ztrácí jakákoliv kontrola). Není ošetřen kontrolní součet, data se tedy mohou poškodit. Poslední nevýhodou je doručení dat ve špatném pořadí, předbíhání dat a duplikování dat. [1] [11]

Výhody UDP protokolu:

- Malá zátěž sítě,
- Lze rozlišovat jednotlivé packety,
- Malá hlavička,

Nevýhody UDP protokolu:

- Nezabezpečený přenos,

UDP má však využití v jiných sférách, jako jsou například streamovací přenosy. Všude tam, kde se přenáší velké množství dat. Pokud dojde k tomu, že se jeden packet ztratí, tak následek bude probliknutá obrazovka, zašumění nebo vypadne zvuk. Další velké využití UDP je pro komunikaci s DNS serverem. [1] [11]

1.2 Transmission Control Protocol/Internet Protocol

TCP protokol se nachází v transportní vrstvě ISO/OSI modelu a používá se pro spojení dvou aplikací. Narozdíl od IP protokolu, který se nachází v nižší síťové vrstvě a slouží k propojení dvou počítačů. TCP protokol využívá jako protokol síťové vrstvy IP protokol. Tím vzniká zkratka TCP/IP. [1] [11]

TCP/IP je spojovací služba, vzniká spojení, které navazuje TCP klient a ten se připojuje k TCP serveru. Všechny data jsou po odesílání potvrzována, pokud data nedojdou neboli nejsou potvrzována příjemcem, budou se doručovat znovu. Jestliže se data nepovede odeslat v určitém časovém intervalu, spadne funkce odeslat. Odesílatel se o tomhle výsledku dozví, na rozdíl od protokolu UDP, kde takhle možnost není. Odeslané data přes TCP dostane příjemce ve stejném pořadí, jak byla odeslána. [1] [11]

Výhody TCP:

- Nevznikne kopie dat,
- Okamžitá zpráva o nedoručení dat,
- Zajištění doručení dat,

Nevýhody TCP:

- Příliš informací v TCP hlavičce (kontrolní součet, odeslané pořadí dat a mnoho dalších, informací nutných pro přenos),
- Velká zatíženost sítě (odesílání potvrzovacích paketů opačným směrem).

2 Architektura ISO/OSI modelu

2.1 Vrstva aplikační

KNX je sběrnice, která využívá objekty pro komunikaci (skupinové objekty, podobná sběrnici CAN). Skupinovým objektem může být třeba teplota v místnosti, intenzita denního světla nebo stav přepínání. Aplikační program, např. senzor „měří“ fyzikální veličinu (hodnota lux, teplotu) a zapisuje hodnotu veličiny do odpovídajícího objektu skupiny. Současně bude požadovat, aby systémový software odeslal novou hodnotu objektu skupiny na sběrnici, aby informoval komunikační členy snímače o této aktualizované hodnotě. Aplikační vrstva adresování aktoru zajistí, že nově přijatá hodnota bude zapsána do příslušného objektu skupiny a následně bude informovat aplikační program aktoru o případné aktualizaci. Program čte hodnotu skupinového objektu aktoru a provede požadovanou operaci. Může se jednat o snížení intenzity světla, ovládání ventilů nebo stahování rolet. [4]

2.2 Prezentační vrstva

Vrstva prezentační chrání aplikační vrstvu a tím aplikační program před povinnostmi řešit různé formy reprezentace přenášených dat. Interpretuje a v případě potřeby upravuje nebo převádí syntaxi zprávy. Například soubor, který obsahuje údaje o skupině osob, má být přenášen z jednoho sběrnicevého zařízení na druhý. První zařízení používá datové záznamy obsahující pole v pořadí „jméno, příjmení“, zatímco druhé zařízení používá opačné pořadí. V tomto případě prezentační vrstva zajistí, aby každé zařízení přijímalo datový záznam ve správném pořadí, pomocí automatického přepínání pořadí polí datových záznamů podle potřeby. U sběrnic KNX nevzniká problém převodu formy zobrazení do přenášených dat. Proto systém KNX nepotřebuje vrstvu OSI 6. [4]

2.3 Relační vrstva

Princip úlohy vrstvy 5 podle modelu OSI je kontrolovat komunikaci mezi dvěma komunikujícími zařízeními.

To zahrnuje:

- otevírání dialogu,
- zavírání dialogu,
- přerušení dialogu,
- pokračování v dialogu v pozdější fázi,
- stopnutí dialogu v případě zjištění chyb,

Zprávy, které jsou vyměňované ve sběrnici, jsou krátké a nepotřebují žádnou explicitní komunikační kontrolu. Z toho důvodů zařízení KNX nepotřebují vrstvu relace. [4]

2.4 Transportní vrstva

Čtvrtá vrstva v referenčním modelu OSI se využívá pro správný přenos dat. Při odesílání se ujistí, že hodnota objektu změněné skupiny je odeslána vrstvou odkazu se správnou odesílající adresou skupiny. Při příjmu zajistí, že hodnota bude aktualizována u všech objektů skupiny, ke kterým je připojena skupinová adresa. Při UDP komunikaci transportní vrstva zodpovídá za kontrolu tabulky přidružení, která je načítána ve sběrnicevých zařízeních. Tabulka představuje vztah mezi podporovanými skupinovými objekty a přiřazenými skupinovými adresami. [4]

2.5 Síťová vrstva

Síť je definována, jako kombinace uzlů, které jsou propojeny jednotlivými odkazy podle definované topologie. Hlavním úkolem síťové vrstvy je nalezení vhodných cest pro přenos dat, přepínáním příslušných spojů a zajištění toho, aby telegramy směřovaly k cíli. Když zařízení sběrnice odesílá telegram, síťová vrstva vloží do odeslaného telegramu hodnotu routeru pro směrování (uložena v EEPROM). Tato hodnota routeru je vyhodnocována pouze síťovou vrstvou páteřní nebo oblastní linií v instalaci. V případě, kdy je hodnota nula, přijatý telegram nebude směřován nikam. Pokud je hodnota mezi 1 a 6, bude telegram směřován v závislosti na použitých protokolech. [4]

2.6 Datová vrstva

V OSI modelu má tato vrstva za úkol zajistit bezchybný přenos telegramů v rámci spojení, tj. mezi dvěma uzly sítě nebo sběrníkovými zařízeními a uzlem. Z toho důvodů jsou v telegramu zahrnuty informace jako synchronizační znaky, čísla sekvencí, kontrolní pole chyb a další znaky. Telegram se skládá z kontrolního pole (8 bitů), zkušebního pole (8 bitů), cílené adresy (16 bitů), přijaté adresy (16 bitů). [4]

2.7 Fyzická vrstva

Nejnižší vrstva v referenčním modelu OSI se nazývá fyzická vrstva a zabývá se povahou signálu. Její úkolem je identifikovat bity získané z vrstvy datového spojení a přeměnit je na fyzické signály, jako jsou napětí, proud nebo rádiové signály, a nakonec přenášet tyto signály na sběrníkové přenosové médium (optické vlákno). Hlavní účel fyzické vrstvy je poskytování ochrany datové vrstvě od fyzických prostředků používaných pro přenos bitů. Tím je zajištěno, že horní vrstvy sítě zůstávají nezávislé na použité přenosové fyzice, takže přenosové médium může být změněno, aniž by se tím ovlivnily horní vrstvy. Fyzická vrstva obsahuje protokol, definuje kabeláž a zapojení mezi zařízeními, vlastní specifikace pro elektromechanické komponenty, jako jsou zástrčky a konektory. [4]

3 KNX/EIB

3.1 Seznámení

V roce 1990 vznikla mezinárodní organizace European Installation Bus Association (EIBA). Tato organizace se snažila svůj komunikační systém EIB uplatnit jako mezinárodní normalizovaný systém. Začátkem roku 1999 se EIBA spojila s BCI, ESA a vznikla organizace Konnex Association, která se na trhu objevuje pod jménem KNX/EIB. [2] [5] [8]

V roce 2003 byla KNX/EIB schválena komisí CENELEC a přiřazena do evropské normy EN 50090. Po roce 2006 byla z velké části norma EN 50090 přesunuta do normy ISO/IEC. Následkem tohoto přesunu je, že přístroje od různých výrobců, které jsou sestaveny podle KNX/EIB, mohou mezi sebou komunikovat. [2] [5] [8]

KNX/EIB se uplatní vždy, když budou splňovat požadavky na energetickou účinnost (systém pozná otevřené okno a vypne topení v místnosti), bezpečnost (kontrolou zavřených nebo otevřených oken) a míru pohodlnosti (jedním tlačítkem se dá vypnout nebo zapnout osvětlení v celém bytě). Produkt KNX/EIB pracuje se sběrnicevým systémem typu Fieldbus (multimaster systém), zjednodušuje kabeláže, propojování, komunikativnost mezi všemi přístroji (snímače, akční členy, měřicí zařízení), je kompatibilní s elektrotechnickou instalací a přidává tím možnosti rozšíření (automatické procesy v budovách). [2] [5] [8]

3.2 Instalace

3.2.1 Twisted Pair

U nových staveb se nejčastěji k instalaci vedení používá kroucená dvoulinka (TP). Twisted Pair je nákladově nejvýhodnější varianta pro KNX/EIB systém a rozvod nového kabelu, tedy kroucené dvojlinky, není u nových staveb žádný problém. Instalace je k dispozici pod omítkou ve vlhkém, suchém nebo mokřém prostředí. [2] [8]

K ovládání KNX jsou nutné dvě žíly samostatného sběrnicevého kabelu (2 x 2 x 0,8 mm), ten je označen zeleným krytem PVC, instaluje se paralelně silnoprůdným vedením. Sběrnice v systému má dostatečnou přenosovou rychlost a vysokou míru odolnosti proti rušení. Žíly s červeným a s černým vodičem paralelně propojují přístroje připojené ke sběrnici. Jsou tak schopny napájet účastníka energii a současně přenášet data. Další pár žil se žlutým vodičem a bílým vodičem slouží jako rezervy. [2] [8]

Místo krouceného páru lze použít silové vedení, radiový přenos, Ethernet a optická vlákna. Musí však dojít ke transformaci binární informace do fyzického signálu, který odpovídá zmíněným preferencím (napěťový signál, světelný, radiový). [2] [8]

3.2.2 Rádiové vedení

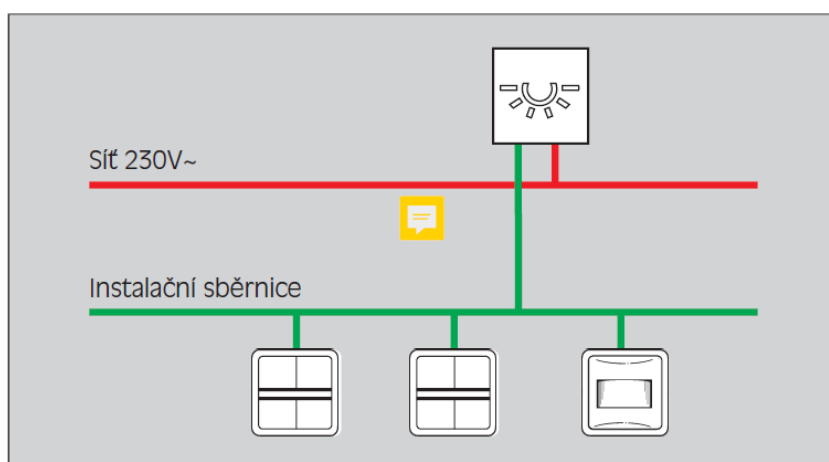
Radiové vedení (RF) má uplatnění tam, kde pro přenos nelze použít vedení, ale bezdrátový přenos. Pro přenos se využívá přesně definovaný kmitočet 863,3 MHz. Vysoká účinnost přenosu je pokryta modulací FSK. Telegram se skládá aspoň ze dvou datových bloků a je zabezpečen CRC kódem. Může zde nastat rušení kvůli použití jedné pracovní frekvence, na které pracují i jiná rádiová zařízení. Proto je zde možnost využít tzv. KNX RF Multi, která má tři kanály pro rychlejší komunikaci a dva kanály pro pomalejší spojení. Rychlost kanálů se udává cca 16384 kb/s pro rychlé kanály, pomalejší kanály mají poloviční rychlost. Při větších instalacích se využívají zesilovače. [2] [8] [9]

3.2.3 Ethernet

Další volbou je využít média s podporou IP protokolu pro napojení systému KNX/EIB na síť. Především se jedná o Ethernet, WiFi nebo Bluetooth. Zde se rychlost komunikace liší v závislosti na použitém médiu, u Ethernetu to může být až 1000 MBit.s⁻¹. Na větší vzdálenosti se stále nejčastěji využívá Ethernetu s optickými vlákny (ABB06), tím jsou přístroje pod ochranou proti přepětí nebo před výboji. [2] [8] [9]

3.2.4 Powerline

Silové vedení má využití pro instalace, kde je nevhodné instalovat samostatný sběrnicev kabel. Všechny přístroje jsou proto spojeny nulovým a fázovým vodičem. Přes PL se nesmí řídit výtahy, konat nouzové volání nebo poskytovat informace o životních funkcích. Využití má však v oblasti spínání světel, stmívání nebo regulaci. Silové vedení se dělí na dva druhy PL110 a PL130. PL110 využívá pro komunikaci systém SFSK, kdy je vygenerována frekvence pro log0 nebo pro log1 vysílačem, zatímco přijímač tyto frekvence vzorkuje a porovnává s předem definovanými hodnotami. Určí platnost signálu pro log0 nebo log1, při zjištění nesouhlasu se jedná o neplatný signál. Tato realizace je polo-duplexní (účastníci nemohou současně vysílat a přijímat). Přenosová rychlost je 1 200 bit/s. Druhá realizace vychází z programu EHS s rychlostí přenosu 2 400 bit/s. [2] [8] [9]

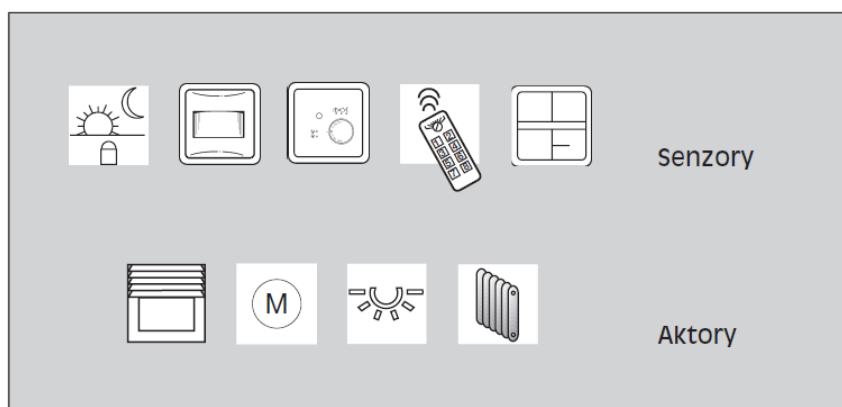


Obr. 3.1 - Instalace systému [2]

3.3 Prvky

Přístroje, které v systému KNX mezi sebou komunikují, se nazývají účastníci a rozlišují se na čtyři hlavní skupiny: systémové přístroje, snímače, akční členy a ostatní prvky (kontrolní panely). Systémovými přístroji mohou být akumulátory, liniové zesilovače, oblastní spojky, sběrníkové spojky s rozhraním USB. Ke snímání fyzikální veličiny se používají senzory, převádějící veličinu na informaci, kterou lze vést po sběrnici (snímání teploty, intenzita osvětlení). Do skupiny senzorů patří tlačítkové snímače, snímače pohybu nebo rozbitého skla a tlačítkové spínače. Akční členy zachycují tzv. telegramy, které vysílá senzor a mění je ve spínací mechanickou činnost. Jedná se o ovladače, spínače rolet nebo žaluzií. [2] [8]

V každé instalaci se nachází napájecí zdroj s integrovanou tlumivkou, osminásobný spínací akční člen, čtyřnásobný tlačítkový snímač. Napájecí zdroj zajišťuje sběrnici napájení se stejnosměrným napětím o hodnotě 30 V s jmenovitou hodnotou napětí 24 V. Hodnota napětí na sběrnici klesá s rostoucí vzdáleností od zdroje. Osminásobný spínací akční člen se skládá z osmi bezpotenciálových výstupů A – H. Jednotlivé výstupy slouží jako spínače pro jmenovitý proud o hodnotách 16 A/230 V AC a 10 A/400 V AC. Tlačítkový snímač čtyřnásobný je spojen ke sběrníkové spojnici desetipólovým konektorem (2 x 5). Snímač je nastaven na výchozí polohu, stisknutím dojde k uzavření vnitřního obvodu modulu. Tlačítka jsou elektronicky definována v příslušném SW. Snímač může rozlišit dlouhý nebo krátký stisk, dlouhý stisk může znamenat příkaz pro stmívání akčního členu. [2] [8]



Obr. 3.2 - Senzory a aktory [2]

3.4 Komunikace

Komunikace probíhá přes sběrniceovou spojku, která obsahuje svorky k připojení do dvoužilového sběrniceového kabelu, rychlost sběrnice je 9600 b/s. Sběrniceová spojka převádí signály z aplikačního modulu na datový telegram, který vysílá na sběrnici. Aktor dostane datový telegram, vyhodnotí ho a zpracuje do formy určené pro aplikační modul (pokyn k sepnutí světel). Sběrniceová spojka se skládá z mikroprocesoru, který vytváří řízení sběrniceového přístroje, a je patou komunikace celého systému. [2] [5] [8]

Datovým telegramem slouží pro přenášení digitální informace, podle kterých jsou účastníci schopni plnit několik funkcí. Velikost telegramu je rozložena na sedm binárních polí, které přenášejí binární informaci. Informace pak obsahuje kontrolní pole, adresu odesílatele, adresu příjemce, přepravní pole, hodnotu délky datového pole, datové pole a zkušební pole. V praxi může mít nejkratší datový telegram velikost 9 Bytů dat a nejdelší až 23 Bytů dat. Pro představu spínací telegram, který je nejčastější obsahuje 9 Bytů. [2] [5] [8]

Telegramy jsou vysílány ve tvaru signálu 1 nebo 0, které je určeno pro stavy přítomného napětí a nulového napětí. Přenos jednotlivých signálů je symetrický, záporný potenciál na kladném vodiči má stejnou hodnotu, v kladném potenciálu na záporném vodiči vzniká ΔU_{min} a v opačném případě při kladném potenciálu na kladném vodiči vznikne na záporném záporný potenciál stejně velký jako u kladného, tím vznikne ΔU_{max} . Sběrniceové spojky u účastníků čekají na rozdíl potenciálů, pokud nastane rušení z vnějšku vedení, tak napětí mezi oběma vodiči je stejné a účastníci tuto poruchu ignorují. [2] [5] [8]

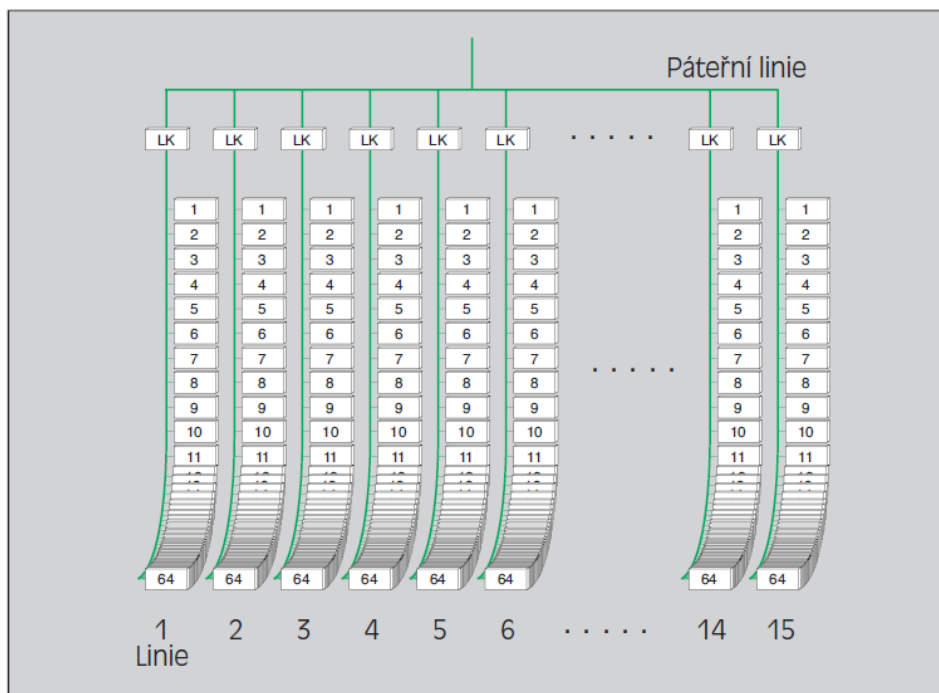
Pro určení priority telegramů na sběrnici slouží přístupové metody CSMA/CA. Ty určují přednost telegramu na sběrnici. Metoda počítá s tzv. dominantními a recesivními prvky. Dominantní prvek má přednost před recesivním prvkem. V systému KNX/EIB se nulový bit přiřadí signálu s dominantním prvkem, jednotkový bit dostane recesivní prvek signálu. [2] [5] [8]

Ověření volné sběrnice probíhá odesláním 50 bitů v určitém časovém intervalu, pokud se žádná data nepřenesou sběrnice je volná. Neboli mezi černým a červeným vodičem je napěťový rozdíl konstantní 24 V DC. Když více účastníků zjistí, že můžou na sběrnici vysílat, začnou se jednotlivé bity ověřovat metodou CSMA/CA. [2] [5] [8]

3.5 Topologie

Celá struktura KNX/EIB se dělí na linie, oddíl a páteřní linii. Jednotliví účastníci jsou spojeni vedením neboli linií. Linie je nejnižší úroveň, maximálně může obsahovat 64 účastníků, vždy má vlastní napájecí zdroj a je schopna pracovat nezávisle s co nejrychlejší komunikací. Mezi dvěma účastníky je doporučená délka 700 metrů, přitom celková délka vedení může být až 1 000 metrů, ale není zaručen stabilní přenos signálu. [2] [8]

Oddělovač linií rozšiřuje základní linii tím, že si můžeme určit nadřazenou linii a k ní pak připojit 15 linií (oddíl). Potom počet účastníků stoupne na 960. Nadále rozděluje přenášené telegramy a propouští jen ty vyžádané telegramy do další linie. Páteřní linie se pak dá rozšířit až 15 oddíly, a tak maximální počet účastníků může být až 14 400. [2] [8]



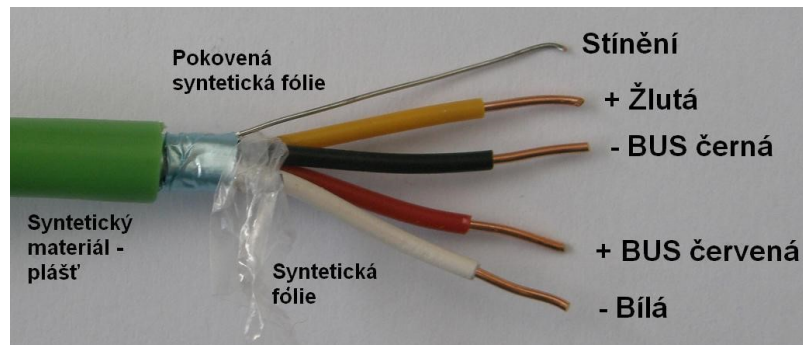
Obr. 3.3 - Oddělovač linií [2]

Liniový zesilovač slouží jako další možnost rozšíření už existujících instalací. Připojuje se paralelně do každé linie, přitom limitem jsou tři liniové zesilovače v každé linii. Vznikne nám podružná linie, která zvýší počet účastníků na 255. [2] [8]

3.6 Napájení systému

Zajištění napájení probíhá přes stejnosměrné napětí (24 V). Slouží pro všechny účastníky linie systému KNX. Pro datovou komunikaci v linii, obsahuje napájení integrovanou tlumivku. Zdroje s maximální hodnotou proudu 640 mA, zajišťují napájení pro nejvýše 64 účastníků, další zdroje s max. hodnotou 320 mA pro napájení maximálně 32 účastníků a poslední zdroje s hodnotou proudu 160 mA slouží pro 16 účastníků. Pro zajištění nejnižšího poklesu napětí a pro optimální tvar signálu je doporučeno mít zdroj co nejbližší středu příslušné linie. Připojení k ostatním přístrojům v rozvaděči probíhá přes sběrníkový kabel, ten je veden ke sběrníkové svorce. [2] [5] [8]

Sběrníkové vedení obsahuje stíněný kabel (YCYM 2 x 2 x 0,8 nebo J-Y(St)Y 2 x 2 x 0,8). Jedná se o kabel skládající se ze čtyř vodičů, které jsou pak vzájemně kroucené o průměru 0,8 mm. Zapojení musí být provedeno podle specifikací. Specifikace je obsažena v příručce pro systémovou domovní techniku – norma ČSN EN 50090-2. Červený a černý vodič se používají pro komunikaci sběrnice, ostatní dva jsou pro rezervu. Kvůli eliminaci indukčních smyček by měl být kabel pokládán tak, aby byl co nejbližší silnoproudému vedení. [2] [5] [8]



Obr. 3.4 - Kabel pro KNX [7]

Sběrníková svorka (připojovací, odbočovací) - jedná se o tzv. univerzální svorku, přes kterou se mohou účastníci připojit ke sběrníkovému vedení. Zdroj poskytuje i vývod se stejnosměrným napětím na 30 V, který není osazen tlumivkou. Používá se pro napájení stejnosměrných přístrojů, které mají jmenovité stejnosměrné napětí 24 V. Zde nesmí součet proudů na výstupech překročit jmenovitou hodnotu zdroje. [2] [5] [8]



Obr. 3.5 - Sběrníková svorka [5]

3.7 Adresace

Pro zajištění přidělení unikátní fyzické adresy každého účastníka slouží program ETS, který přiděluje adresy automaticky a zabráňuje ručnímu zadání více stejných adres. Při uvedení do provozu se adresa dlouhodobě ukládá v EEPROM. [2] [8]

Pro zaručenou spolehlivost programování je každý z účastníků osloven zvlášť, a to kvůli lepší identifikaci zdroje telegramu. Každý účastník obdrží jednoznačné jméno neboli individuální adresu, ta popisuje účastníka a zároveň identifikuje jeho polohu v systému ve formě „oblast – linie – účastník“. Adresy se přiřazují postupně podle pořadí, v jakém spolu přístroje sousedí. Přístroje musí mít čitelné značení své individuální adresy, která je oddělena tečkami, kvůli tomu, aby se jejich adresa nepletla se skupinovou adresou; k oddělení zde slouží lomítko. [2] [8]

Pro vyšší stupeň zjištění individuální nebo skupinové adresy, slouží tzv. vlajka adresy příjemce. Jedná se o speciální bit v 6. datovém Bytu telegramu. Za jeho hodnotu se dosadí nula, je-li cílem individuální adresa, pokud ne, tak v dalších případech se rovná jedné. [2] [8]

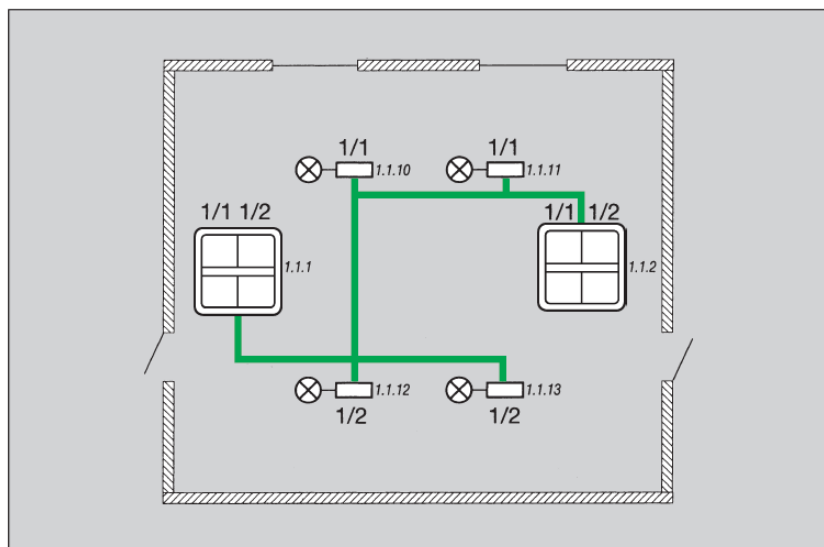
Individuální adresy jsou omezeny polem o velikosti 16 bitů. Pro oddíl jsou vyhrazeny čtyři bity, linie je omezena taky čtyřmi bity a účastník má osm bitů v rámci každé linie. Z toho lze odvodit, že maximální počet účastníků v jedné linii bude $2^8 = 256$. Celkem může systém obsahovat až $2^{16} = 65\,536$ účastníků, protože max. počet linií je až $2^4 = 16$. [2] [8]

Přístroj může mít i více kanálů, pak je potřeba, každému kanálu přidělit konkrétní příkazy. K tomu slouží skupinové adresy, které se dělí na dvouúrovňovou a tříúrovňovou adresaci. Telegram skupinových adres je omezen šestnácti bitovým polem, využívá se však jen 15 bitů. [2] [8]

Dvouúrovňová adresace je skupinová adresa s hlavní skupinou a podskupinou. Adresace rezervuje čtyři bity pro hlavní skupinu a jedenáct bitů pro podskupinu. První číslo udává hlavní skupinu a nabývá hodnot od 0 do 15. Druhé číslo je bráno jako podskupina a může mít hodnotu od 0 do 2047. [2] [8]

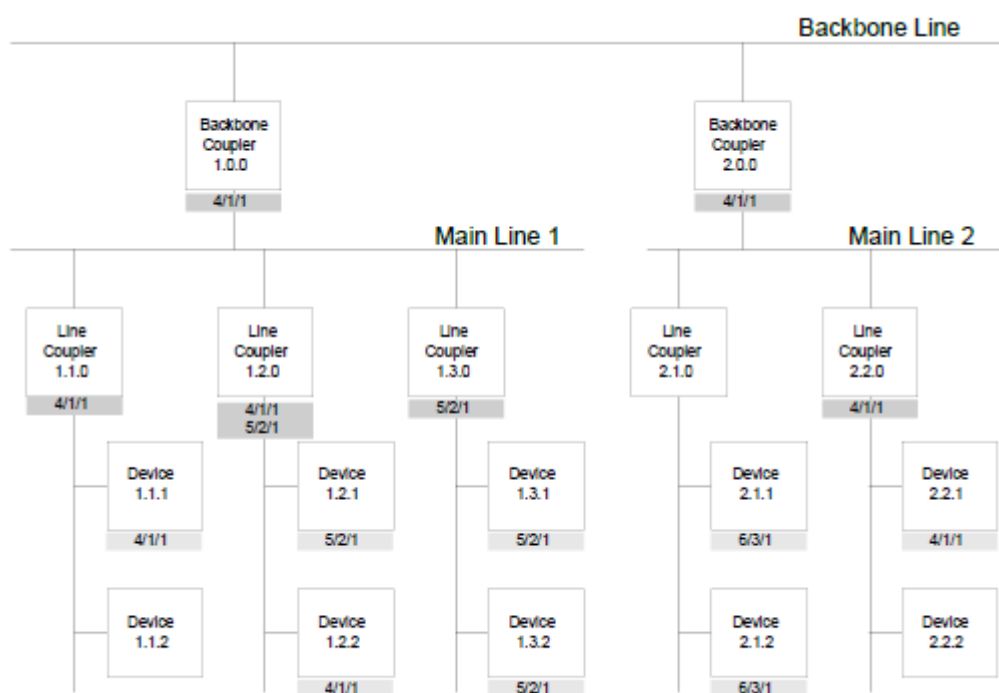
Poslední struktura je třístupňová. Ta má vyhrazeny čtyři bity pro hlavní skupinu, tři bity pro střední skupinu a posledních osm bitů pro podskupinu. Hlavních skupin proto může být od 0 až do 15, středních od 0 do 7 a max. 255 podskupin. Adresace má pak následující formát „hlavní skupina/střední skupina/podskupina“, lze tedy docílit lepšího rozlišení. [2] [8]

Na obr. 4.6 je znázorněn příklad řešení svítidel v kanceláři. Podle požadavků mají být svítidla u oken a dveří ovládána samostatně. Skupinová adresa je proto rozdělena tak, že pro okna je 1/1 a pro dveře 1/2. [2] [8]



Obr. 3.6 - Realizace [2]

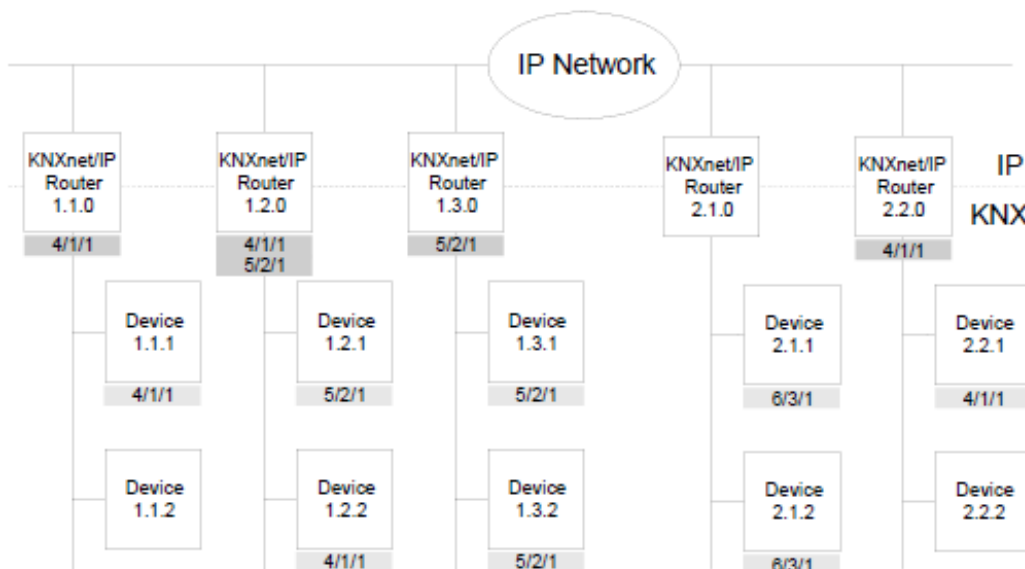
3.8 Jednotlivé struktury KNX



Obr. 3.7 - Skupinové adresy [3]

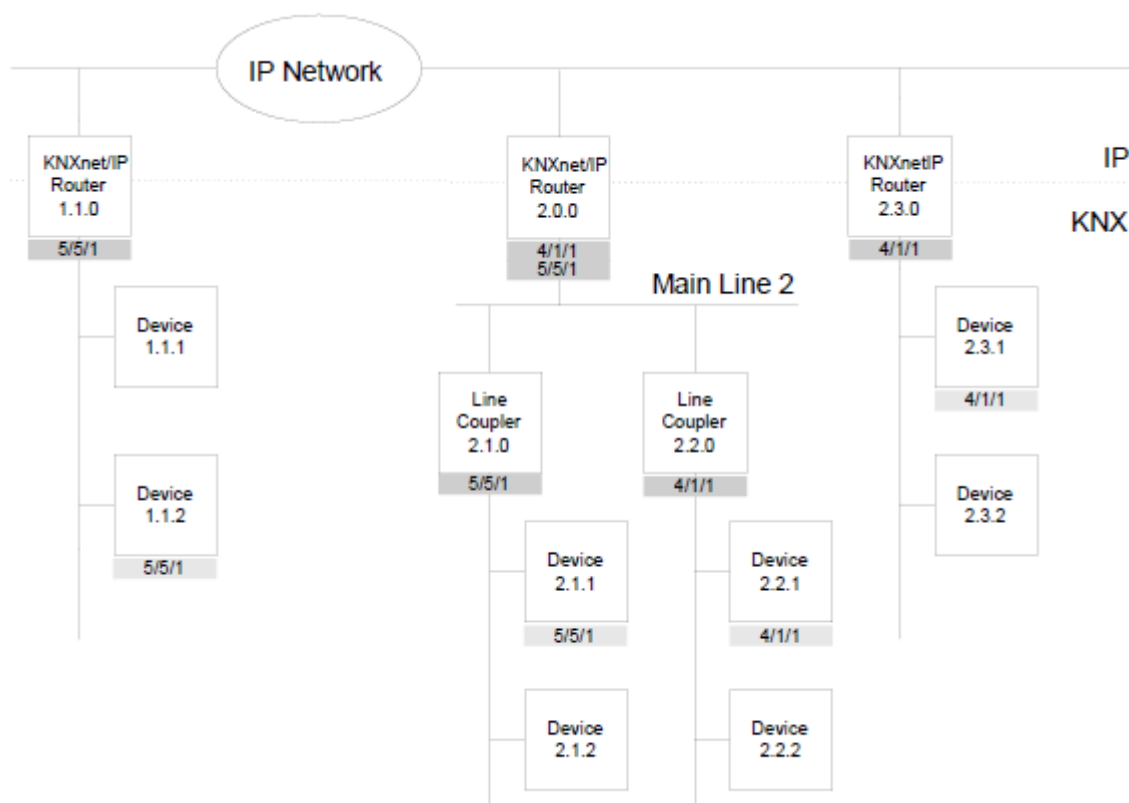
Obr. 3.7 ukazuje typické použití skupinové adresy. Jednotlivá KNX zařízení vlastní svoji unikátní adresu. Oddělovač (coupler) při filtrování telegramu z bodu do bodu v komunikačním režimu zajišťuje jeho korelaci. [3]

KNX zařízení odešle skupinový telegram. Ten prochází sítí od jednoho oddělovače k dalšímu, dokud nezacílí cílové zařízení. V závislosti na topologii sběrnice a použití skupinové adresy KNX může být zapotřebí více propojovacích kabelů pro příjem a opakovaný přenos skupinového telegramu, dokud nedosáhne všech cílů. To samé platí pro telegramy bez spojení a se spojením, kde je přesně jedno cílové zařízení. [3]



Obr. 3.8 - KNXnet/IP [3]

Na obr. 3.8 jsou stejná zařízení KNX jako v předchozím bodě připojena ke směrovači KNXnet / IP, které jsou připojeny ke stejné IP adrese. Každý telegram z podsítě, který odpovídá kritériím filtru v jeho směrovači KNXnet / IP, je zapouzdřen do telegramu IP a přenesen do sítě IP. Všechny směrovače KNXnet / IP připojené k síti IP obdrží současně telegram a poté, co jsou filtrována kritéria filtru, přenášejí telegram KNX do jejich podsítě. [3]



Obr. 3.9 - Smíšená topologie [3]

Obr. 3.9 ukazuje smíšenou topologii sítě IP a KNX. Jeden směrovač KNXnet / IP propojuje hlavní síť KNX se sítí IP. Zde jedna z linky KNX by byla normálně umístěna pod hlavní linkou KNX, ale místo toho, je přímo připojena k síti IP. [3]

Smíšená topologie je výsledkem požadavku na použití IP jako rychlého páteřního systému. Aby bylo možné využít co nejvíce výhod rychlého přenosu IP sítě, většina KNX linií je připojena přímo přes KNXnet / IP routeru k IP síti. Vzhledem k tomu, že koncové zařízení KNX může být také připojeno k hlavní linii KNX, musí být možné připojit konektory KNX k síti IP. Výsledkem je, že pro zachování standardního směrování telegramů v komunikačním režimu je třeba rozšířit pravidla přidělování adres v ETS. [3]

4 LabVIEW

4.1 Popis programu

Jedná se o program, který se využívá především prostřednictvím grafického vývojového prostředí, v němž se místo řádků textu používají pro tvorbu programů ikony. LabVIEW je především vývojové prostředí, používají se v něm standardní metodiky vývoje software. Pod pojmem metodiky vývoje software rozumíme definované postupy a metody pro vytváření software. Metodiky tedy pomáhají při programování kódu, například dochází ke zlepšení modifikace programů, jejich škálovatelnosti a čitelnosti. [6] [7]

LabVIEW obsahuje knihovny pro vytváření aplikací. Ty jsou orientovány na měření v jednotlivých fázích (sběr, analýza a prezentace dat). Nabízí se tak plnohodnotné programovací prostředí se všemi strukturami, které nabízí jazyk C. LabVIEW je popsán v Graphical Language (G-jazyk), je proto orientován graficky na rozdíl od jazyka C, který je orientován textově. [6] [7]

Výsledek programování se pak nazývá virtuální přístroj neboli instrument (zkráceně VI). Virtual Instrument je označení pro virtuální přístroj se stejnými vlastnostmi a vzhledem, jako má klasický měřicí přístroj. Skládá se z interaktivního grafického rozhraní (GUI), z ikon a diagramu dat. [6] [7]














Interaktivní grafické rozhraní, tvoří tzv. Čelní panel (Front panel), který má za úkol napodobovat čelní panel fyzického přístroje. Obsahuje proto prvky pro ovládání a indikaci (knoflíky, tlačítka, grafy, LED indikátory). Ovládání probíhá prostřednictvím myši a klávesnice. Pro chod programu je zapotřebí blokový panel (Block Diagram). Tento diagram je tvořen ikonami, které reprezentují ovládací a indikační prvky z Čelního panelu. Panel zpracovává procházející data a je základem každé aplikace. Celkový program běží paralelně, výsledek je tvořen tokem dat. Princip toku dat (data flow) říká, že jakýkoliv uzel se vykonává pouze tehdy, pokud jsou na všech vstupech nenulové hodnoty. Po vykonání funkce se z hodnot na výstupu uzlu stávají vstupní data. Nejčastěji se kód vykonává zleva od zdroje hodnot (ovládacích prvků) k indikátorům (konzumentům). [6] [7]

Celý instrument má modulární hierarchickou strukturu, to znamená, že ho lze používat zcela samostatně jako program nebo zvlášť jeho podprogramy, které se nazývají subVI (podřízený virtuální instrument). V blokovém diagramu jiného VI je zpodobněn ikonou s předem definovanými vstupními a výstupními konektory. Tím může programátor dělit svoji práci na jednotlivé úlohy neboli subVI a z nich postupným spojováním vytvářet výslednou aplikaci. Tím se zjednodušuje odlaďování, protože lze každý subVI spouštět samostatně, zcela nezávisle na ostatních částí aplikace. Tato popsání forma se nazývá modulární programování. Konečnou formu aplikace lze zpracovat do spustitelného souboru (.EXE tvar). Soubor se pak dá provozovat i na jiných počítačích. Tento způsob provozování se nazývá tvorba distribuce. [6] [7]

5 Nastavení funkcí systému KNX v programu ETS

V programu ETS byla nastavena konfigurace akčních členů. Ty mají za úkol rozsvítit světla, stahovat žaluzie a stmívat světla podle požadavků uživatele. Vybrané funkce jsou zvoleny jako demonstrace pro výsledný program v Labview.

Před samostatnou instalací je proveden výběr přenosového média TP pro instalaci. Po-té byla vytvořena struktura budovy viz obr. 5.1, která zobrazuje umístění jednotlivých akčních členů v domě. Do rozvaděče (R1) jsou vloženy akční členy pro stmívač, žaluzie a přepínač pro světla. V ostatních místnostech jsou už pak tlačítka s přiřazenými funkcemi. Technické specifikace použitých zařízení jsou uvedeny v následující kapitole.

	Panel 3			
	Podlaží			
	Chodba			
	3.1.31	Schneider Electric Industries SAS	MTN6172xx	Push-button 2-gang plus Universal 1815/1.1
	R1			
	3.0.11	Schneider Electric Industries SAS	MTN646991	Control unit 0-10 V REG-K/3f with manual mode Universal dimming 3211/1.1
	3.1.0	Schneider Electric Industries SAS	MTN680204	Coupler REG-K Coupler 7115/1.0
	3.1.10	Schneider Electric Industries SAS	MTN649908	Blind/Switch actuator REG-K/8x/16x/10 manual mode Blind.Switch 5701/1.0
	3.1.12	Schneider Electric Industries SAS	MTN647595	Switch actuator REG-K/4x230/16 Switch.Logic.Currentdet.PW M 4806/1.1
	Jídelna + Ložnice			
	3.1.32	Schneider Electric Industries SAS	MTN6172xx	Push-button 2-gang plus Universal 1815/1.1
	Předsíň			
	3.1.33	Schneider Electric Industries SAS	MTN6172xx	Push-button 2-gang plus Universal 1815/1.1

Obr. 5.1 Struktura budovy v ETS

Po vytvoření struktury byla dále vytvořena topologie celého projektu. Do topologie jsou vloženy příslušné akční členy a podle individuálních adres rozřazeny do hlavní nebo vedlejší linie. Následná ukázka z topologie je zobrazena na obr. 5.2. Do topologie jsou postupně přidávány skupinové adresy k samotným tlačítkům. Skupinové adresy jsou rozděleny podle funkčnosti, viz obr. 5.3, na žaluzie, světla a pro centrální stop tlačítko pro všechna zařízení v domě. Poslední skupině adres jsou pak přidělena jména podle toho, jaké světlo, ve které části domu budou mít za úkol ovládat. Adresy jsou pak exportovány do formátu .CSV a načítány v programu Labview pro lepší uživatelskou přehlednost.

Topology ▾			
+ Add Devices ▾ ✖ Delete ⬇ Download ▾ ⓘ Info ▾ ↺ Reset ⚡ Unload ▾ 🖨 Print			
Topology ▾	Address ▾	Room	Description
▸ Dynamic Folders	3.1.33	Předsíň	
▸ 3 New area	3.1.32	Jídelna + Ložnice	
▸ 3.0.11 Stmívač	3.1.31	Chodba	
▸ 3.1 New line	3.1.12	R1	
▸ 3.1.0 Coupler REG-K	3.1.10	R1	
▸ 3.1.10 Žaluzie	3.1.0	R1	
▸ 40: Movement object - Channel 6			
▸ 41: Stop/step object - Channel 6			
▸ 42: Height - Channel 6			
▸ 43: Slat position - Channel 6			
▸ 3.1.12 Přepínač			
▸ 3.1.31 Zelené tlačítko			
▸ 3.1.32 Modré tlačítko			
▸ 3.1.33 Červené tlačítko			

Obr. 5.2 Topologie systému

Group Addresses ▾		
+ Add Middle Groups ▾ ✖ Delete ⬇ Download ▾ ⓘ Info ▾ ↺ Reset ⚡ Unl		
Group Addresses ▾	Middle Gr	Name ^
▸ Dynamic Folders	3	Central_off
▸ 2 Podlaží	1	Světla + DIM
▸ 2/1 Světla + DIM	2	Žaluzie
▸ 2/1/0 Chodba + D		
▸ 2/1/1 Chodba + L		
▸ 2/1/2 Ložnice + Jídelna ON		
▸ 2/1/3 Ložnice + Jídelna OFF		
▸ 2/2 Žaluzie		
▸ 2/2/0 Up/Down		
▸ 2/2/1 Stop/Step		
▸ 2/3 Central_off		
▸ 2/3/0 ALL_OFF		

Obr. 5.3 Skupinové adresy

Pro ukázkou přidělování skupinových adres poslouží obr. 5.4. Ten ukazuje akční člen v tomto případě tlačítko se čtyřmi operačními rozhraními. První část slouží pro ovládání světel a zbytek pro kontrolu žaluzií. Takto nakonfigurované adresy, můžeme po nahrání do zařízení zpětně vyčítat v diagnostice programu, viz obr. 5.5. Diagnostika poskytuje informaci o protékaném telegramu. První odchycený telegram odkazuje na zdrojovou adresu, ta odpovídá akčnímu členu, který je umístěn ve třetí oblasti, první linii s přiděleným číslem třicet jedna (zelené čtyřbodové tlačítko). Cílová adresa je pak definována jako skupinová adresa, která propojuje tlačítko s požadovanou funkcí. Detailnější čtení popisuje už obr. 5.6, na kterém lze vidět celý odchycený telegram, kde je část psaná v hexadecimálním formátu. Další část, která je psána v osmičkovém formátu popisuje skupinové adresy neboli cílové adresy.

Object Function ^	Name	Number	Description	Group Address
Push-button 1	Switch object A	0	Ložnice + Jídelna ON	2/1/2
Push-button 2	Stop/step object	3	Stop/Step	2/2/1
Push-button 2	Movement object	4	Up/Down	2/2/0
Push-button 3	Switch object A	6	Ložnice + Jídelna OFF	2/1/3
Push-button 4	Stop/step object	9	Stop/Step	2/2/1
Push-button 4	Movement object	10	Up/Down	2/2/0

Obr. 5.4 Přiřazené skupinové adresy

#	Time	Service	Flags	Prio	Source Address	Source Name	Destination Address	Destination Name
1	17. 4. 2019 14:53:39,345	Start						
2	17. 4. 2019 14:53:42,109	from bus		Low	3.1.31	Zelené tlačítko	2/1/1	Chodba + L
3	17. 4. 2019 14:53:43,936	from bus		Low	3.1.31	Zelené tlačítko	2/1/1	Chodba + L
4	17. 4. 2019 14:53:50,895	from bus		Low	3.1.32	Modré tlačítko	2/2/0	Up/Down
5	17. 4. 2019 14:53:51,905	from bus		Low	3.1.32	Modré tlačítko	2/2/1	Stop/Step
6	17. 4. 2019 14:53:52,797	from bus		Low	3.1.32	Modré tlačítko	2/2/0	Up/Down
7	17. 4. 2019 14:53:53,345	from bus		Low	3.1.32	Modré tlačítko	2/2/1	Stop/Step
8	17. 4. 2019 14:53:55,875	from bus		Low	3.1.33	Červené tlačítko	2/3/0	ALL_OFF

Obr. 5.5 Diagnostika

RawData	29 00 BC D0 31 1F 11 01 01 00 80
MessageCode	LDataInd
Source	3.1.31
SourceName	Zelené tlačítko
Destination	2/1/1

Obr. 5.6 Odchycený telegram

Skupinové adresy jsou přiřazeny podle funkčnosti ke kanálům, které mají funkci pro stmívání, spínání nebo pro stahování žaluzií. V prvním případě viz obr. 5.7 je jedna skupinová adresa použita pro rozsvícení dvou světel v domě. U stmívače viz obr. 5.8, jsou kánaly rozděleny na spínání nebo na postupné stmívání světla. Pro žaluzie, viz obr. 5.9, je vybrána pro demonstraci funkčnost stahování automatické nebo postupné krokové. Poslední skupinová adresa u všech kanálů (2/3/0) slouží pro centrální stop tlačítko, kdy po zmáčknutí tlačítka se všechna světla vypnou a žaluzie vyjedou nahoru.

Object Function ^	Name	Number	Description	Group Address
Channel 1	Switch object	0	Ložnice + Jídelna ON	2/1/2, 2/1/3, 2/3/0
Channel 2	Switch object	19	Ložnice + Jídelna ON	2/1/2, 2/1/3, 2/3/0
General	Reset manual operation	231		
General	Live-signal	233		
General	Summer-Winter	232		
General	All valves closed	237		

Obr. 5.7 Přepínač

Object Function ^	Name	Number	Description	Group Address
Channel 1, general	Switch object	0	Chodba + L	2/1/1, 2/3/0
Channel 1, general	Dimming object	1	Chodba + D	2/1/0
Channel 1, general	Value object	2		

Obr. 5.8 Stmívač

Object Function ^	Name	Number	Description	Group Address
Channel 6	Movement object	40	Up/Down	2/2/0, 2/3/0
Channel 6	Stop/step object	41	Stop/Step	2/2/1
Channel 6	Height	42		
Channel 6	Slat position	43		

Obr. 5.9 Žaluzie

5.1 Použité přístroje v KNX systému

5.1.1 Napájecí zdroj MTN 684016

Napájecí zdroj s výstupní hodnotou napětí 30 V a definovaným proudem 160 mA je připojen ke sběrníkovému systému a poskytuje energii pro sběrníková zařízení. Jednotka napájecího zdroje obsahuje integrovanou tlumivku, která izoluje datové telegramy od napájecího zdroje. Napájení je ve formě SELV, tedy stabilizované a nízké. Zdroj je vybaven omezovačem napětí a proudu a obsahuje zelenou a červenou LED diodu, z toho červená signalizuje nadproud a zelená připojení napájecího napětí. Umístění zdroje je v dolní části panelu.



Obr. 5.10 Zdroj [10]

5.1.2 Router MTN680329

Router je osazen programovacím tlačítkem, které slouží k přepsání individuální adresy jednotlivých zařízení v ETS systému. Pro indikaci programovacího režimu slouží červená LED dioda. Router také obsahuje zelenou LED diodu KNX, ta pak indikuje svícením přítomnost napětí a problikáváním provoz na sběrnici. LAN dioda má stejnou funkci, jen s tím rozdílem, že identifikuje přítomnost Ethernet kabelu. Zástrčka je typu RJ45 pro Ethernet, napájecí napětí je 24 AC/DC. Nachází se v dolní části panelu.



Obr. 5.11 Router [10]

5.1.3 Push button, 2 - gang plus MTN617225

Tlačítko KNX poskytuje dvě nebo čtyři operační rozhraní, jejichž funkčnost se dá měnit v programu ETS. Tlačítka lze nastavit tak, aby umožňovala různé funkce, například zapnout a vypnout světla jedním tlačítkem a vedlejším tlačítkem ovládat žaluzie. Nachází se v horní části panelu.



Obr. 5.12 Tlačítko [10]

5.1.4 Switcher MTN647595

Spínací aktor s detekcí proudu a ručním režimem pro přepínání mezi čtyřmi zařízeními prostřednictvím samostatných kontaktů. Přepínání může proběhnout i bez napětí na sběrnici. Akční člen má integrovanou detekci proudu, která měří proud u jednotlivých kanálů, na než jsou zařízení připojena. Instalace probíhá na DIN lištu, sběrnice je provedena přes připojovací svorku. Je umístěn ve středu panelu.



Obr. 5.13 Přepínač [10]

5.1.5 Coupler MTN680204

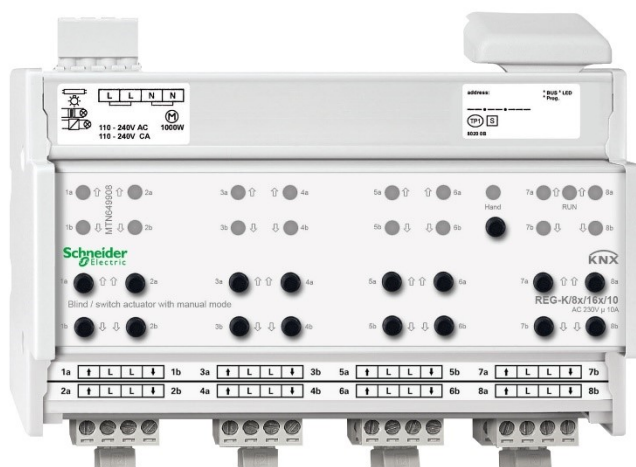
Spojka logickou metodou propojuje dvě linky KNX a zajišťuje elektrickou izolaci mezi linkami a oblastmi. Nadále spojuje podřízené vedení s podřízenou hlavní linií, a to buď s funkcí filtrování, nebo bez ní. Spojka je topologicky spojena s linií, přesná funkce záleží na vybrané aplikaci. Coupler informuje o přijetí dat na podřízené nebo nadřazené linii žlutou LED diodu. Nachází se ve spodní části panelu.



Obr. 5.14 Coupler [10]

5.1.6 Žaluziový akční člen MTN649908

Blokovým / vypínacím akčním členem s ručním ovládáním lze řídit žaluzie nebo rolety s koncovou polohou nezávisle na sobě, dále lze použít pro spínání světel přes oddělené kontakty. Každý kanál se může provozovat buď jako stmívací nebo jako dva spínací kanály. Nastavení kanálu na samostatném zařízení lze měnit v programu ETS. Akční člen lze přepnout do manuálního režimu a tím zkontrolovat funkčnost zařízení i bez programování v ETS. Aktor je napájen jak ze sítě, tak ze sběrnice. Je umístěn ve středu panelu.



Obr. 5.15 Žaluziový akční člen [10]

5.2 Poslední nastavení v ETS

Po nastaveném projektu se musí provést ještě pár drobných změn, kvůli potřebné komunikaci s výsledným programem v Labview. V záložce interface programu ETS viz obr. 5.16 vyčteme adresu (224.0.23.12), která má právě využití ve výsledné aplikaci. Pomocí této adresy, dokáže Labview odchytit a zpětně zapsat procházející telegramy. Aby však aplikace mohla číst telegramy, které procházejí přes jednotlivé linie, musí se ještě změnit nastavení coupleru viz obr. 5.17, který v základním nastavení blokuje veškeré čtení dat ze sběrnice. Po takto provedených změnách se může začít s programováním výsledné aplikace.



IP směrování

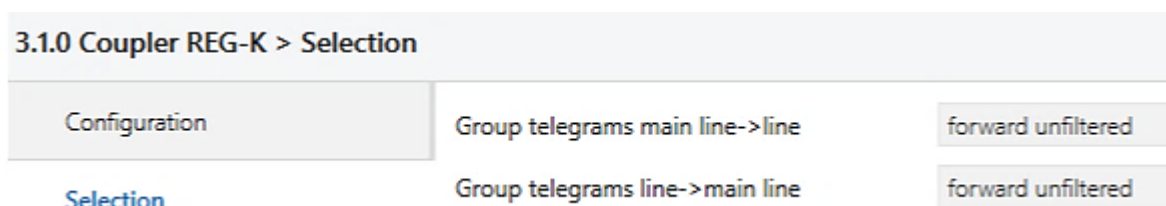
Jméno / název
Realtek PCIe GBE Family Controller

Individuální adresa
0.0.1

Multicast adresa
224.0.23.12

MAC adresa
30:65:EC:8B:26:C9

Obr. 5.16 UDP adresa



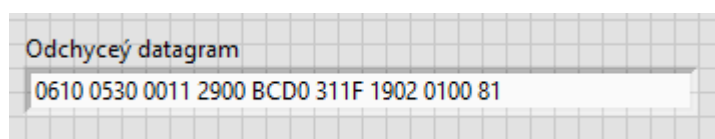
3.1.0 Coupler REG-K > Selection

Configuration	Group telegrams main line->line	forward unfiltered
Selection	Group telegrams line->main line	forward unfiltered

Obr. 5.17 Nastavení coupleru

6 Vytvoření programu v Labview pro komunikaci se systémem KNX

Pro komunikaci mezi programem Labview a systémem KNX je zvolena UDP komunikace. V programu Labview je proto použita multicastová UDP adresa, která je vyhrazena pouze pro systém KNX (224.0.23.12: 3671). V programu je proto zvolen blok „UDP read“, který vyčítá pakety. Pakety neboli telegramy jsou v hexadecimálním formátu, proto byly vytvořeny jednotlivé subVI, díky kterým dochází k rozčlenění zprávy na jednotlivé části, ze kterých lze vyčíst data. Příklad odchyceného telegramu je na obr. 6.1.



Obr. 6.1 UDP datagram

Z odchyceného datagramu se dá vyčíst velikost hlavičky (06_{hex}), verze protokolu 1.0 (10_{hex}), typ použité služby routing (0530_{hex}), celková délka (11_{hex}) a tzv. tělo datagramu (29_{hex}). Jedná se o tzv. cEMI rámeček. Další položky už zahrnují data, která slouží pro ovládání akčních členů.

Nejdůležitější částí telegramu je individuální a skupinová adresa. Individuální adresa **311F** po přeložení z hexadecimálního formátu **3.1.31** odpovídá třetí oblasti a první linii s pořadovým číslem třicet jedna. Skupinová adresa je **1902**. Po převodu z osmičkového formátu vznikne tvar **3/1/0**, jedná se o skupinovou adresu ve třetí úrovni. Na obr. 6.2 je výsledné rozložení programem Labview. Toto rozložení je nezbytné pro další pokračování v programování.

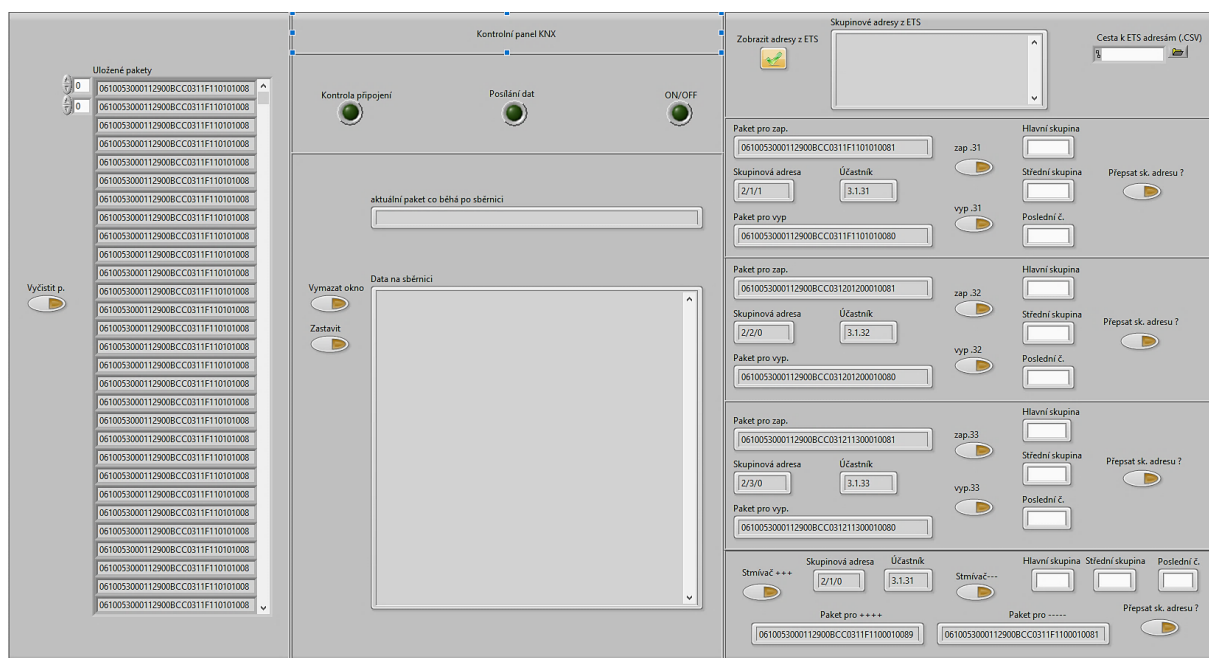
Header length	Protokol version	Service type identifier	Total length	Message code	Control field	Routing number	Individual address	Group address	data length	TPCI	APCI data
06	10	0530	11	29	BC	C0	3.1.32	3/1/0	01	00	81

Obr. 6.2 Rozložení datagramu

Po změně požadovaných částí jsou datagramy zasílány zpět do systému KNX. Zpracovaný datagram se ale musí převést zpátky do původního tvaru, jinak by byl pro systém nečitelný. Až po-té se přes blok „UDP Write“ a po stisknutí tlačítka odešle a vykoná požadovanou funkci. Pro zpracování datagramu bylo vytvořeno několik subVI, jejich funkčnost je popsána v následujících kapitolách. Pro ovládací a zobrazovací funkci byl navrhnut přední panel, který je popsán na následující stránce.

6.1 Přední panel

Panel (viz Obr. 6.3) slouží pro řízené ovládání akčních členů KNX a je sestaven tak, aby byl uživatelsky přijatelný. Pro lepší přehlednost je rozdělen do tří částí. Při prvním spuštění jsou jednotlivé procházející pakety zobrazeny v zásobníku „uložené pakety“. V další části se zobrazené pakety načtou k jednotlivým tlačítkům podle odpovídající individuální adresy aktorů, která odpovídá skutečným přístrojům z výukového panelu KNX. Ve horní části je možnost načíst skupinové adresy z programu ETS a následně upravit podle potřeby u jednotlivých tlačítek. Po přepsání skupinové adresy musí být aktivní tlačítko „přepsat sk. adresu“. V dolní části panelu se nachází ovládání pro stmívač. Stmívač má svoji specifickou adresu pro ovládání, proto je umístěn tak, aby neomezoval funkčnost ostatním tlačítkům. Poslední prostřední část panelu slouží jako indikátor procházejících paketů v reálném čase. Jsou zde umístěny ledky, které signalizují připojení k panelu, odesílání dat a aktuální stav přístrojů.

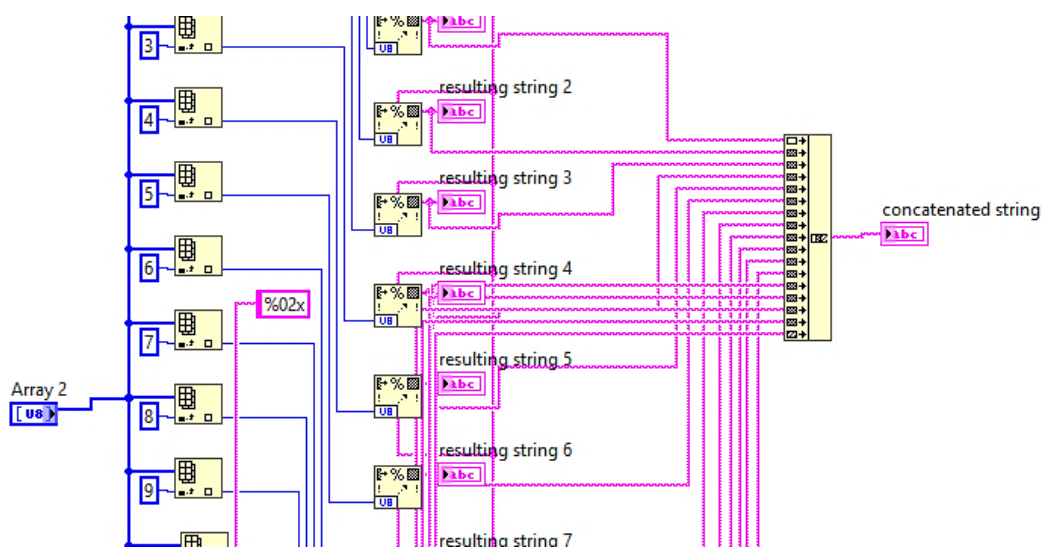


Obr. 6.3 Kontrolní panel KNX

6.2 Zpracování telegramu

6.2.1 Rozklad paketu

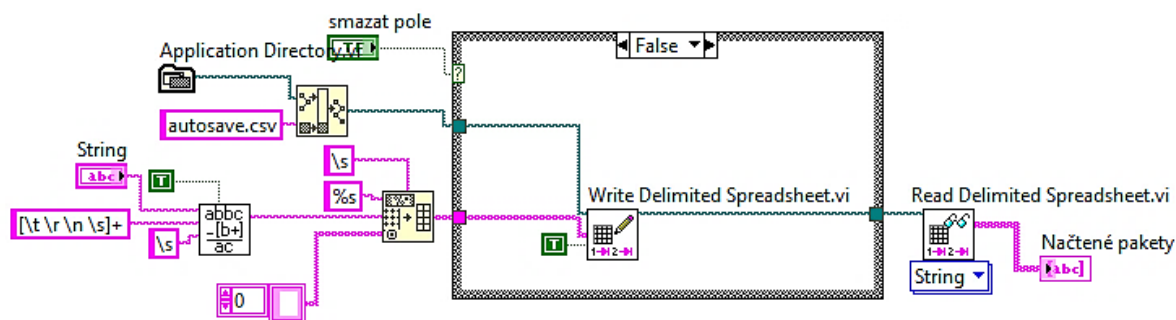
Aby bylo možné zpracovat procházející data, která jsou uváděna v hexadecimálním tvaru, musí se nejdříve převést do čitelného stavu. Proto bylo vytvořeno subVI pro rozklad paketu, viz obr. 6.4. V první části se hexadecimální textový řetězec převede na bytové pole, které je pak přes blok „Index Array“ rozebráno na samostatné prvky. Prvky jsou převedeny blokem „Format Into String“ a pak následně spojeny do čitelného textového formátu, který se zobrazuje na předním panelu.



Obr. 6.4 SubVI rozklad adres

6.2.2 Načítání paketů

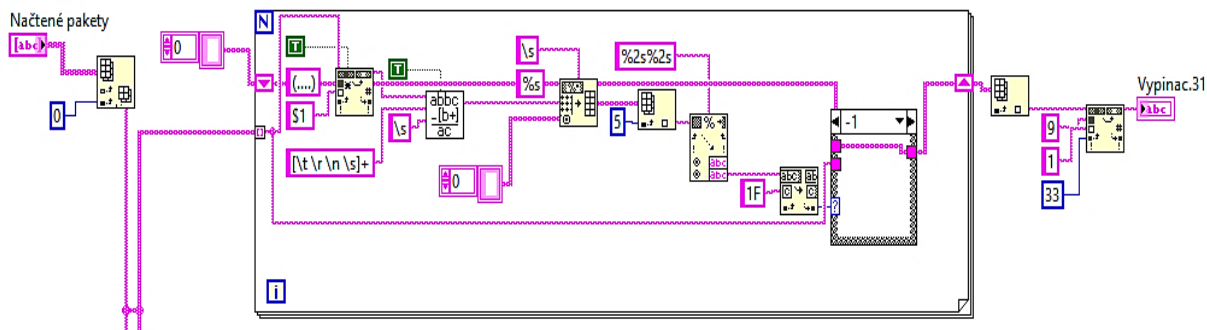
Po připojení k panelu a stisku akčního členu začnou téct obvodem datagramy. Obvodem může procházet pouze jeden datagram, ten je posléze uložen přes následující subVI do formátu .CSV. Postupným ukládáním telegramů vzniká zásobník s textovými řetězci, které jsou pak dále načítány pro další zpracování. Hlavními prvky subVI, viz obr. 6.5, jsou bloky „Spreadsheet String To Array“, který převede textové data na pole, „Write Delimited Spreadsheet“, který zapisuje hodnoty do souboru a poslední blok „Write Delimited Spreadsheet“, který vyčítá hodnoty ze souboru.



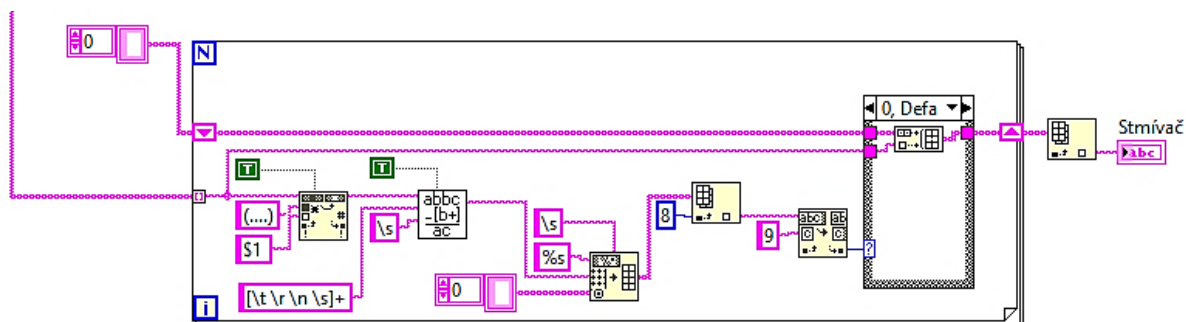
Obr. 6.5 SubVI uložení a načítání paketů

6.2.3 Filtrování paketů

Pakety jsou načítány z přechozího SubVI viz obr. 6.5 a v následujícím SubVI viz obr. 6.6 jsou zpracovány podle individuálních adres. Pakety putují do čtyř „for smyček“, každá reprezentuje jeden akční člen s výjimkou posledního, který slouží výhradně jako stmívač viz obr. 6.7. Stmívač má speciální rozdělení kvůli rozdílnému UDP paketu. Pakety po jednom prochází do bloku „Match Pattern“, který porovnává a hledá shodu podle zadaného elementu (1F). Výsledkem je nalezení správného simulovaného akčního členu z panelu viz obr. 6.3.



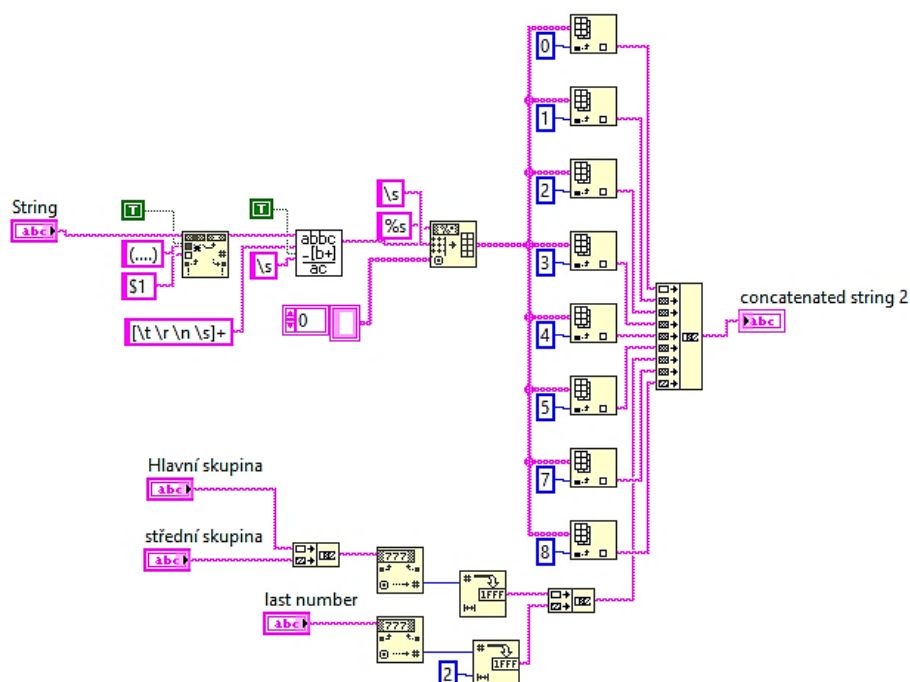
Obr. 6.6 SubVI rozdělování paketů



Obr. 6.7 SubVI přidělování adres pro stmívač

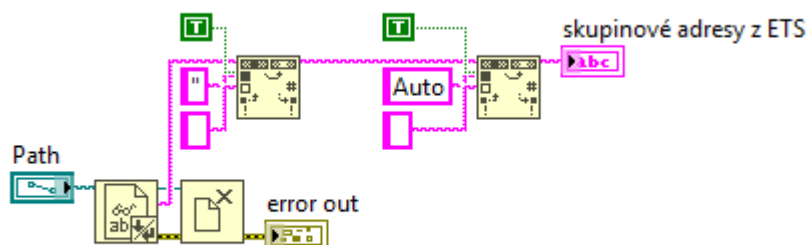
6.2.4 Upravení a nahrávání skupinových adres z programu ETS

Po rozložení telegramu na jednotlivé prvky pole se skupinová adresa nachází na páté pozici. Původní adresa je vyjmuta a nahrazena uživatelem podle potřeby. Skupinová adresa se liší formátováním, je totiž psána v osmičkové soustavě, na rozdíl od zbytku dat v telegramu. SubVI z obr. 6.7 ukazuje rozložení datagramu a modifikaci skupinové adresy.



Obr. 6.8 SubVI modifikace skupinových adres

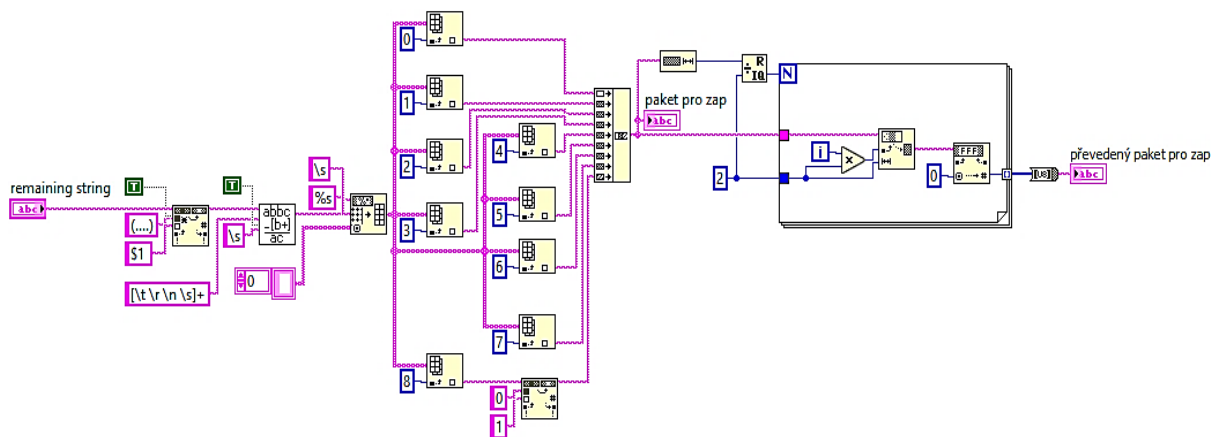
Po exportu skupinových adres z programu ETS jsou data uložena do souboru ve formátu .CSV. Soubor lze pak nahrát a zobrazit v Labview, stačí vložit cestu k exportovanému souboru. Ten je pak načten a zobrazen na hlavním panelu, přičemž jsou ze souboru odstraněny všechny nežádoucí znaky. Pro zobrazení adres je použito subVI z obr. 6.8.



Obr. 6.9 SubVI nahrávání skupinových adres z ETS

6.2.5 Upravování paketů pro požadovanou funkci

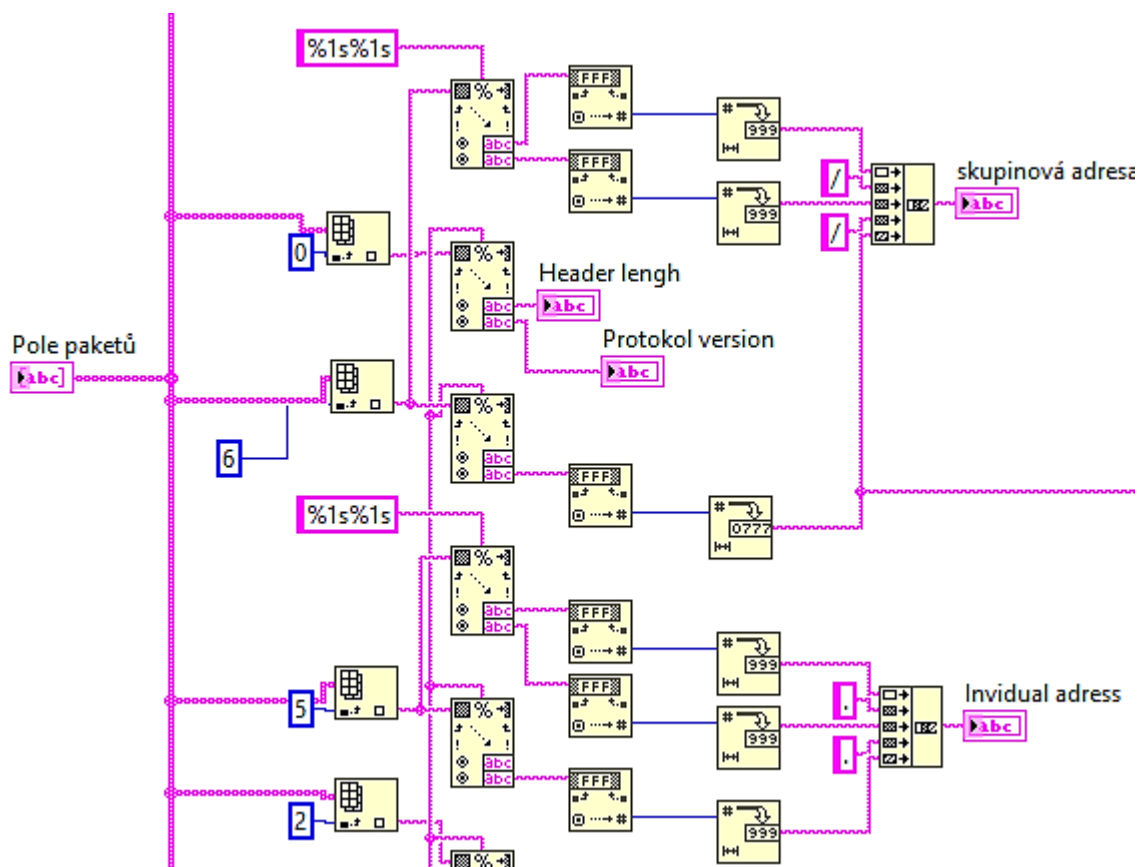
Telegramy jsou poskládány tak, že na posledním místě jsou umístěny bity (1,0), které slouží pro spouštění akčního členu. V subVI viz obr. 6.9. se přes funkci „Index Array“ nalezne poslední prvek a podle potřeby vypnutí nebo zapnutí se přepíše poslední bit. Pomocí bloku „Search and Replace String“ nahradíme jedničku nulou nebo naopak. Poslední krokem je převedení zpátky do původního hexadecimálního formátu, který je pro systém KNX čitelný.



Obr. 6.10 SubVI Upravování paketů

6.2.6 Zjištění individuální a skupinové adresy účastníků

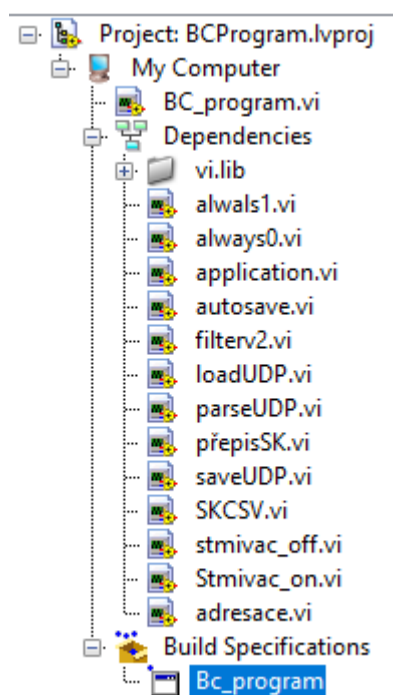
Každý účastník má svoji specifickou individuální adresu. Adresa je obsažena v telegramu, dá se vyčíst, pomocí bloků „Index Array“. Na obr. 6.10 lze vidět, že individuální adresa je umístěna na pátém prvku pole a skupinová adresa na šestém. Následujícím blokem „Format Into String“ dojde k rozdělení pole na dva prvky (%1s%1s) a k přidání teček nebo lomítek podle toho, o jakou adresu se jedná. Skupinové adresy jsou odděleny lomítkem, první číslo odkazuje na oblast, druhé na linii a třetí je voleno uživatelem v programu ETS. Individuální adresa účastníka je generovaná automaticky s výjimkou posledního čísla, které je opět voleno v programu ETS. Program ETS hlídá přidělování adres, nemůže se proto stát, že dva aktoři budou mít stejnou individuální adresu.








Obr. 6.11 subVI adresování

6.3 Vytváření aplikace

V programu Labview, lze snadno vyvážet aplikace s příponou .EXE. Jediným nezbytným předpokladem je mít vytvořený projekt, který zahrnuje hlavní okno s výslednou podobou programu a podprogramy, jejichž funkčnost byla již přestavena. Pravým kliknutím na „Build Specifications“ zvolíme vytváření aplikace. Po dokončení sestavení se program zobrazí v dolní části viz obr. 6.12. Takto vytvořená aplikace bude plnit funkci bez nutnosti spouštět program Labview. Do složky s aplikací se vytvoří automaticky soubory, které jsou potřebné pro jeho funkčnost viz obr. 6.13.



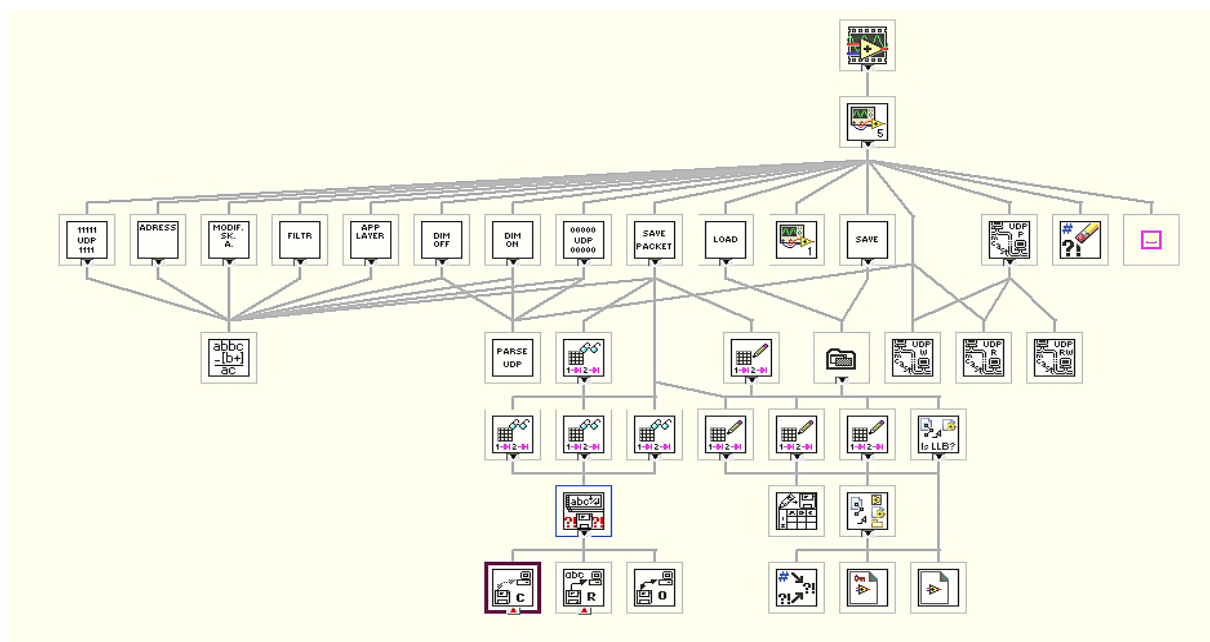
Obr. 6.12 Projekt ve VI

 autosave.csv	17.04.2019 15:09	Textový soubor s ...	100 kB
 KNX_Control.aliases	20.04.2019 23:19	Soubor ALIASES	1 kB
 KNX_Control.exe	20.04.2019 23:19	Aplikace	459 kB
 KNX_Control.ini	20.04.2019 23:19	Nastavení konfigu...	1 kB
 save.txt	17.04.2019 15:09	Textový dokument	0 kB

Obr. 6.13 Aplikace

6.4 Výsledná hierarchie

Pro ukázkou celistvého programu je zde vyobrazeno výsledné větvení celého programu. Na vrcholu je konečná aplikace a pod ní použité subVI, jejichž funkčnost byla představena v předchozí kapitole. Lze tedy vidět rozklad a následné propojení mezi jednotlivými subVI, které v některých případech vychází ještě z podřízenějších subVI.



Obr. 6.14 Hierarchie program

7 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo využít komunikační sběrnici KNX pro ovládání periférií systému KNX pomocí PC. Předmětem bylo navrhnout aplikaci v programu Labview, která bude mít za úkol ovládání předem vytypovaných periférií systému. Byl proto navržen uživatelský panel pro zachytávání adres a pro následné zpětné odesílání do systému. Aplikace umožňuje rozebrat telegram, vyčíst z telegramu hodnoty, následně ho zpracovat a odeslat zpět do systému.

V první části práce byla rozebrána síťová komunikace, vysvětlen rozdíl mezi UDP a TCP protokolem a vysvětlen pojem síťové protokoly. Dále byl popsán referenční ISO/OSI model na kterém stojí celá komunikace systému.

V druhé kapitole byl rozebrán systém KNX. Je zde zmíněna historie jeho vzniku, možnosti instalace, vysvětleno, jak fungují jednotlivé prvky na sběrnici a jak probíhá komunikace mezi jednotlivými prvky na sběrnici. Po-té byl rozebrán základ co se týče topologie, napájení a adresace. Kapitola ukončuje ukázka jednotlivých struktur s uvedenými příklady použití.

Poslední kapitola teoretické části je zaměřena na krátké shrnutí nejdůležitějších informací o programu Labview. Jsou zde uvedeny základní údaje o grafickém rozhraní programu jako je např. „front panel“ a „block diagram“. Dále pak jsou uvedeny informace o možnosti dělení celistvého programu na dílčí části, které byly využity ve výsledné aplikaci. V závěru jsou pak shrnuty základy práce s programem Labview.

První část praktické části práce je zaměřena na ETS. V programu ETS je popsána instalace systému a nastavení pro jednotlivé akční členy. Instalace byla nastavena pouze jako ukázka ovládání vytypovaných periférií, které jdou pak následně ovládat přes program Labview. Nadále je představeno nastavení pro skupinové adresy, které jsou pak následně připojeny k akčním členům a příslušným kanálům. Použitá zařízení z panelu jsou detailně popsána.

Druhá kapitola praktické části popisuje rozbor celistvého programu v Labview. Rozebrány jsou jednotlivé subVI, které ve výsledku fungují jako jedna aplikace. Pomocí programu Labview se podařilo zpracovat telegram v reálném čase. Výsledná aplikace umožňuje ovládat periferie KNX přes vytvořený a představený kontrolní panel zhotovený v Labview. Panel má funkci zobrazení a ukládání aktuálního dění na sběrnici. Pro rozšíření možností tlačítek bylo zvoleno nastavení pro rozlišení dlouhého nebo krátkého stisku pro stmívání, žaluzie nebo světla. Potřebu přepínání funkcí u tlačítek řeší možnost přepisování skupinových adres. V horní části panelu je pak možnost zobrazit skupinové adresy z programu ETS, toto vyčítání má pak za následek lepší přehlednost o celé struktuře skupinových adres. V předposlední části jsou popsány kroky při vytváření výsledné aplikace, která bude fungovat bez přítomnosti programu Labview. V závěrečné části je předveden celý program v jeho hierarchické podobě. Ověření spolehlivosti celého systému probíhalo několik týdnů, kdy byl nasazen v ostrém provozu. Několikrát za den pak byly všechny funkce odzkoušeny.

Použitá literatura

- [1] *Protokol UDP 1.část*. Builder [online]. [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <http://www.builder.cz/>
- [2] *Systém information KNX/EIB* [online]. [cit. 2018-11-25]. Dostupné z: <https://www.knx.org>
- [3] KNX Association. *KNXnet/IP Routing: KNXnet/IP* [online]. In: . 2013 [cit. 2018-12-26]. Dostupné z <https://www.knx.org>
- [4] KNX Association. *Serial Data Transmission and KNX Protocol: KNXnet/IP* [online]. In: . 2013 [cit.2018-12-26]. Dostupné z: <https://www.knx.org>
- [5] MICHALEC, Libor. *Úvod do KNX* [online]. 2013 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/>
- [6] WITTASSEK, Tomáš. *Virtuální Instrumentace I*. 2012. Ostrava. Elektronická skripta. VŠB Ostrava.
- [7] KANTOR, Pavel. *Laboratorní měření VA charakteristik FV měničů v prostředí LabVIEW*. Brno, 2007. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/> . Diplomová práce. VUT v Brně.
- [8] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HUBNER. *Automatizované systémy budov*. 1. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [9] KURZEPA, Marek. *OVLÁDÁNÍ SVĚTELNÝCH ZDROJŮ V INTELIGENTNÍ INSTALACI* [online]. Brno, 2013 [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: <https://core.ac.uk>
- [10] KNX. Association [Online] [cit.2018-12-26.] <http://www.knx.org>
- [11] KNX Association. *IP Communication* [online]. In: . 2013 [cit.2018-12-26]. Dostupné z: <https://www.knx.org>
- [12] PETERKA, Jiří. *Síťový model TCP/IP*. EArchiv [online]. 1992 [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a92/a231c110.php3>

Seznam Příloh

A	Obsah CD.....I
---	----------------

A. Obsah CD

Zde je popsán obsah přiloženého CD.

- Aplikace vytvořená v programu Labview
- Soubor pro ukládání procházejících paketů
- Soubor se seznamem skupinových adres
- Projekt instalace v programu ETS